

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-093845

(43)Date of publication of application : 16.04.1993

(51)Int.Cl. G02B 7/28  
G01C 3/06  
G02B 21/00

(21)Application number : 03-089028

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 29.03.1991

(72)Inventor : NAGASAWA NOBUYUKI

YAMANA GENICHI

KONISHI KOICHI

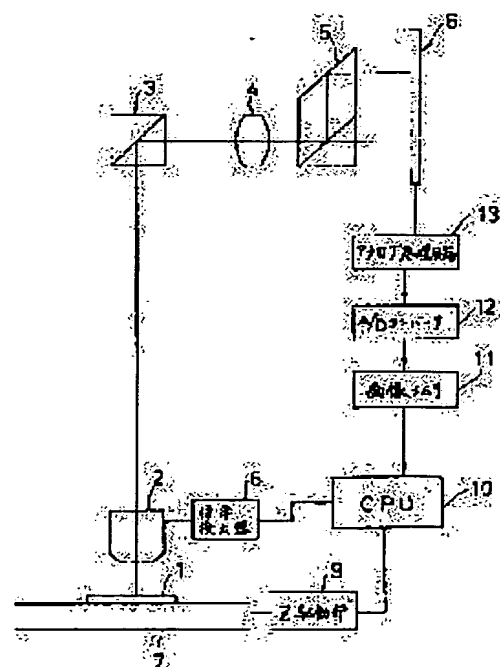
TAKAHAMA YASUTERU

## (54) AUTOMATIC FOCUS DETECTING DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an automatic focus detecting device which can stably and accurately detect focusing from low magnification to high magnification.

**CONSTITUTION:** When the magnification of an objective lens 2 is low, focusing is detected based on the difference of the contrast of two images of optical images which are formed in front of and at the rear of intended focusing surface, and when the magnification of the lens 2 is high, the lens 2 and a sample 1 are moved in an optical axis direction, and focusing is detected based on the change of focusing degree evaluated value of the contrast concerning either or both of two images.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.10.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3349711

[Date of registration]

13.09.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

2001-020386

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

15.11.2001

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-93845

(43)公開日 平成5年(1993)4月16日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 7/28

G 0 1 C 3/06

G 0 2 B 21/00

P 9008-2F

7246-2K

7811-2K

G 0 2 B 7/ 11

J

審査請求 未請求 請求項の数4(全 9 頁)

(21)出願番号

特願平3-89028

(22)出願日

平成3年(1991)3月29日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 永沢 伸之

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 山名 元一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 小西 宏一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

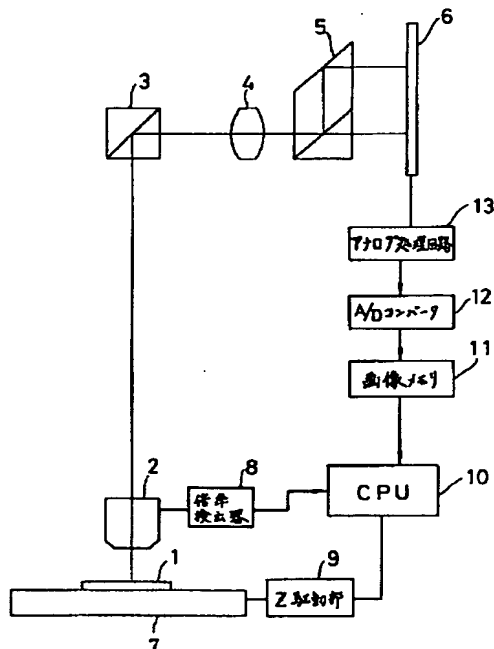
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 自動焦点検出装置

(57)【要約】

【目的】低倍率から高倍率まで安定した高精度な合焦点検出が可能な自動焦点検出装置を提供することを目的とする。

【構成】対物レンズ2が低倍率のときには、予定焦点面前方及び後方の位置に形成される光像の2画像のコントラストの差により合焦点を検出し、対物レンズ2が高倍率のときには、対物レンズ2及び試料1を光軸方向に移動させ2画像のうち、一方又は両方についてのコントラストの合焦度評価値の変化により合焦点を検出することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 試料を観察するための対物光学系とこの対物光学系によって形成された前記試料からの光像を少なくとも 1 つのイメージセンサにより光電変換し、前記光像のコントラスト等を評価することにより合焦点を検出する装置において、

予定焦点面前方の所定距離だけ離れた位置に形成される光像及び予定焦点面後方の所定距離だけ離れた位置に形成される光像との 2 画像を前記イメージセンサ上に投影し、対物レンズが低倍率のときには前記 2 画像のコントラスト等の差により合焦点を検出し、対物レンズが高倍率のときには対物レンズまたは前記試料を光軸方向に移動させ、前記 2 画像のうち、一方または両方についてのコントラスト等の合焦度評価値の変化により合焦点を検出するようにしたことを特徴とする自動焦点検出装置。

【請求項 2】 試料を観察するための対物光学系とこの対物光学系によって形成された前記試料からの光像をイメージセンサにより光電変換し、前記光像のコントラスト等を評価することにより合焦点を検出する装置において、

予定焦点面前方の所定の距離だけ離れた位置に形成される光像及び予定焦点面後方の所定の距離だけ離れた位置に形成される光像の 2 画像を前記イメージセンサ上に投影する光学系と、

予定焦点面の光像のみを前記イメージセンサ上に投影する光学系との 2 種類の光学系を切換可能としたことを特徴とする自動焦点検出装置。

【請求項 3】 前記 2 種類の光学系を対物レンズの倍率等光学的条件により切換えるようにしたことを特徴とする請求項 2 記載の自動焦点検出装置。

【請求項 4】 前記 2 種類の光学系を前記イメージセンサ上に投影される光像の明るさ等の条件により切換えるようにしたことを特徴とする請求項 2 記載の自動焦点検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、顕微鏡のように、低倍率から高倍率まで幅広い倍率条件による観察を行う光学機器の合焦点検出装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】特公昭 61-60413 号公報によると、結像面前方の光像と結像面後方の光像とをイメージセンサでとらえ両光像の光強度に応じた電気信号の差信号が所定値になるように対物光学系と試料との間隙を調整する装置において、対物光学系の倍率切換にともなうて、結像面とイメージセンサとの間の光路長を可変にする手段を設けた焦点調節装置が考案されている。

【0003】また特開昭 63-78113 号公報によると、被検体側からラインセンサに向かう測距用光線を複数の光線に分割し、分割光線の結像位置をラインセンサ

の光軸方向前後にずらし、両光像の信号を比較しながら合焦動作を行い、測距用光線の光路中、光線の分割後ラインセンサに至る間に、分割光線の一方に空気と屈折率が近似せずかつ正透過性の高い透明部材を退避可能とした自動焦点調整機構が考案されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、予定焦点面前後の光像をイメージセンサ上に投影し、両光像の信号を比較することにより合焦点を検出する方法では、高倍率の対物レンズを使用すると、予定焦点面前後の両光像の信号に差がほとんど現れなくなってしまう合焦点を検出できないという欠点がある。この問題を解決するために、特公昭 61-60413 号公報では、対物レンズの切換など光学系の倍率切換にともなうて、予定焦点面とイメージセンサとの間の光路差を可変とし、高倍率の場合には、光路差を大きくする方法が考案されている。

しかしながらこの方法では、高倍率時に大きな光路差を設けなければならないため、光路のための領域が大きくとられ装置が大きくなってしまいうともに、光路差を変えするための装置が必要となる欠点がある。

【0005】さらに高倍率においては、光像の光量が非常に少なくなるにもかかわらず 2 光像に分割されるためさらに光量が減少し、合焦点検出が困難になるという欠点もある。

【0006】本発明の自動焦点検出装置はこのような課題に着目してなされたもので、その目的とするところは、低倍率から高倍率まで安定した高精度な合焦点検出が可能な自動焦点検出装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明の自動焦点検出装置は、試料を観察するための対物光学系とこの対物光学系によって形成された前記試料からの光像を少なくとも 1 つのイメージセンサにより光電変換し、前記光像のコントラスト等を評価することにより合焦点を検出する装置において、予定焦点面前方の所定距離だけ離れた位置に形成される光像及び予定焦点面後方の所定距離だけ離れた位置に形成される光像との 2 画像を前記イメージセンサ上に投影し、対物レンズが低倍率のときには前記 2 画像のコントラスト等の差により合焦点を検出し、対物レンズが高倍率のときには対物レンズまたは前記試料を光軸方向に移動させ、前記 2 画像のうち、一方または両方についてのコントラスト等の合焦度評価値の変化により合焦点を検出するものである。

【0008】さらに、本発明の自動焦点検出装置は試料を観察するための対物光学系とこの対物光学系によって形成された前記試料からの光像をイメージセンサにより光電変換し、前記光像のコントラスト等を評価することにより合焦点を検出する装置において、予定焦点面前方の所定の距離だけ離れた位置に形成される光像及び予定

焦点面後方の所定の距離だけ離れた位置に形成される光像の2画像を前記イメージセンサ上に投影する光学系と、予定焦点面の光像のみを前記イメージセンサ上に投影する光学系との2種類の光学系を切換可能とする。

【0009】

【作用】すなわち、本発明においては、対物レンズが低倍率のときには、予定焦点面前方及び後方の位置に形成される光像の2画像のコントラストの差により合焦点を検出するが、対物レンズが高倍率のときには、対物レン

ズ及び試料を光軸方向に移動させ2画像のうち、一方又は両方についてのコントラストの合焦度評価値の変化により合焦点を検出することによって、低倍率から高倍率までの合焦点検出が可能になる。

【0010】さらに、本発明においては、予定焦点面前

方の所定の距離だけ離れた位置に形成される光像及び予

定焦点面後方の所定の距離だけ離れた位置に形成される

光像の2画像を前記イメージセンサ上に投影する光学系

と、予定焦点面の光像のみを前記イメージセンサ上に投

影する光学系との2種類の光学系を切換可能とすること

によって、低倍率から高倍率までの合焦点検出が可能に

なる。

【0011】

【実施例】まず、本発明にかかる自動焦点検出装置の第1実施例の基本的概念について図1を参照して説明する。

【0012】第1実施例においては、検出された対物レンズ2の倍率が低倍であるときには、イメージセンサ6の受光面上に投影された2画像の信号をアナログ処理回路13、A/Dコンバータ12を介して画像メモリ11に記憶し、CPU10によって画像メモリ11の画像信号を読み取り、2画像のコントラスト等の差を演算することによって合焦点を検出する。また、倍率が高倍であるときには、CPU10はZ駆動部9によりステージ7を移動させるとともに、2画像のうち1方または両方の画像信号を入力し、ステージ7の位置の変化に対するコントラスト等の合焦評価値の変化の関係から合焦点を検出する。特に高倍の対物レンズの場合には、予定焦点面前方と予定焦点面後方の2画像にほとんど差が出なくなるため、2画像のコントラスト等の差により合焦点を求めるのは困難であるので、ステージ移動と合焦度評価値との変化関係から合焦点を求めることによって、低倍から高倍までの対物レンズに対応した合焦点検出が可能となる。

【0013】以下に、上記した本発明の第1実施例の動作を説明する。

【0014】観察標本1の光像は対物レンズ2、プリズム3、結像レンズ4を透過し、光路差プリズム5によって平行な2光線に分割され、予定焦点面前方の光像及び予定焦点面後方の光像がイメージセンサ6の受光面上に投影される。ステージ7は焦点調整のために上下に移動

可能である。対物レンズ2の倍率は倍率検出器8によって検出され、CPU10に入力される。イメージセンサ6の受光面上に投影された予定焦点面前後の光像は、光電変換され、アナログ処理回路13、A/Dコンバータ12を介して画像メモリ11に記憶される。ここで、対物レンズ2が低倍であることが検出された場合には、CPU10は画像メモリ11から予定焦点面前後の画像信号をそれぞれ読み出し、コントラスト等の合焦度評価値を演算し、予定焦点面前後の合焦度評価値の差から合焦点までのずれ量、ずれ方向を検出する。また、対物レンズ2が高倍であることが検出された場合には、CPU10はZ駆動部9によりステージ7を移動させるとともに、予定焦点面前後の画像信号を画像メモリ11から読み出し、予定焦点面前後の2画像のうち一方または両方について、ステージ7の移動量と合焦度評価値との関係

を演算し、その演算結果によって合焦点を算出する。

【0015】以上のように、対物レンズの倍率によって焦点検出方法を切換えることで低倍から高倍までの倍率に対応した自動焦点検出を実現する。

【0016】次に、本発明の第2実施例の基本的概念を

図2(a)、(b)を参照して説明する。図において、

24は結像レンズ、25は光路差プリズムでイメージセンサ27の受光面上に予定焦点面前方及び後方と同じだけ光路差のある光像をそれぞれ投影する光学系である。

26は予定焦点面投影光学系で、イメージセンサ27の受光面が予定焦点面となるように構成されている。光路差プリズム25と予定焦点面投影光学系26は、ともに図2(a)、(b)の28の方向に移動可能であり、対物レンズ22(図3)が低倍で光像が充分明るいとき

は、図2(a)に示すように結像レンズ24からイメージセンサ27へ向かう光路中に光路差プリズム25が挿入され、対物レンズ22が高倍であるときまたは低倍でも光像が暗いときには、図2(b)に示すように、結像レンズ24からイメージセンサ27へ向かう光路中に予定焦点面投影光学系26が挿入される。すなわち、対物レンズ22(図3)の倍率が低く光像が充分明るい場合には、図2(a)のように光学系を構成し、予定焦点面前後の2画像のコントラスト等を比較することにより合焦点を検出し、対物レンズ22(図3)の倍率が高い場合または低倍でも光像が暗い場合には、図2(b)のように光学系を構成し、対物レンズ22と観察標本20

(図3)との相対的距離を変化させ、コントラスト等の合焦度評価レベルが最大となる点をサーチすることにより合焦点を検出する。

【0017】なお、低倍においては、小さな光路差でもデフォーカス時に予定焦点面前後の光像の合焦度評価値に差が現れやすく、デフォーカスの方向と量が1回の画像入力で検出できるため合焦点の検出の高精度、高速化のために有利である。反面、高倍時には、デフォーカス時にも予定焦点面前後の光像の合焦度評価値に差

が出にくいとともに、高倍または低倍でも光像が暗いときにおいては結像レンズ 24 を透過してくる光量が非常に少なくなるため、光路を分割するのは非常に不利となる。したがって、本発明のように高倍時または、低倍でも光像が暗いときには光路分割せず、イメージセンサ 27 の受光面上を予定焦点面となるように光像を投影し、対物レンズ 22 と観察標本 20 (図 3) との相対的な距離を変化させ、合焦度評価レベルの最大となる点をサーチする方法に切替える方法により、簡単な構成で低倍から高倍まで様々な倍率に対応した合焦点検出が実現できる。

【0018】以下に、上記の第 2 実施例を図 3 の自動焦点検出装置に適用した場合の動作を説明する。

【0019】落射照明装置 19 は観察標本 20 を照明するためのものである。ステージ 21 は焦点を合わせるために上下に移動される。観察標本 20 から反射した光像は、対物レンズ 22、プリズム 23、結像レンズ 24 を介しイメージセンサ 27 上に投影される。結像レンズ 24 からイメージセンサ 27 へ向かう光路中には、光路を平行な 2 光路に分割する光路差プリズム 25 と光路分割しない予定焦点面投影光学系 26 の 2 種類の光学系が挿入可能であり、光路切換装置 29 により光路差プリズム 25 と予定焦点面投影光学系 26 はともに図中 28 の方向に移動され、2 種類の光学系が切換えられる。光路差プリズム 25 が光路中に挿入されると予定焦点面前方及び予定焦点面後方の光像がイメージセンサ 27 の受光面上に投影され、予定焦点面投影光学系 26 が光路中に挿入されると予定焦点面の光像がイメージセンサ 27 の受光面上に投影される。

【0020】次に、合焦点検出動作について説明する。倍率検出器 36 により対物レンズ 22 の倍率が検出され、その検出結果に基づいて CPU 34 は、光路切換装置 29 を駆動し低倍率であれば光路差プリズム 25 を、高倍率であれば予定焦点面投影光学系 26 を光路中に挿入する。イメージセンサ 27 は、駆動回路 33 により駆動されている。対物レンズ 22 が低倍率である場合には、光路差プリズム 25 が光路中にあるため、イメージセンサ 27 の受光面上には、予定焦点面前後の光像がそれぞれ投影され、イメージセンサ 27 により光面変換された画像信号はアナログ処理回路 30、A/D コンバータ 31 を介して画像メモリ 32 に入力される。CPU 34 は画像メモリ 32 から画像信号を読み出し、予定焦点面前後の画像状態を比較することにより、合焦点からのずれ方向とずれ量を算出し、Z 駆動部 35 により、ステージ 21 を所定量移動させることにより、合焦を得ることができる。

【0021】また、対物レンズ 22 が高倍率である場合には、予定焦点面投影光学系 26 が光路中にあるためイメージセンサ 27 の受光面上には予定焦点面の光像が投影され、イメージセンサ 27 により光電変換された画像

信号は、アナログ処理回路 30、A/D コンバータ 31 を介して画像メモリ 32 に入力される。CPU 34 は画像メモリ 32 から画像信号を読み出し合焦度を算出するとともに Z 駆動部 35 によりステージ 21 を移動させ、合焦度の最も高くなる位置にステージを移動させることにより合焦を得る。一般に顕微鏡によって標本を観察する場合、低倍率の対物レンズや高倍率の対物レンズ等を切換えて使用することが多い。このように対物レンズの倍率を切りかえた場合、従来の装置においては焦点検出が困難である。予定焦点面の画像を比較する方法においては、たとえば特公昭 61-60413 号公報のように倍率に応じて予定焦点面とイメージセンサとの間の光路長を可変にする方法が考案されているが、高倍率に対応するためには、光路長をかなり大きくとらなければ予定焦点面前後の画像に差が出ないため、実現するためには、装置が大きくなってしまいうとともに、1 つのイメージセンサ上に 2 画像を投影するのも困難であり、さらに高倍率では光像の光量が少なくなるので光路分割するのは非常に不利である。本発明の第 2 実施例によれば、簡単な装置で低倍率から高倍率までの倍率に対応した合焦点検出が可能であり、光量が少なくなる高倍においては光路分割しないので光像の光量を減らすことなくイメージセンサ上に画像が投影できる。

【0022】以下に、図 4 (a)、(b) を参照して、上記した第 2 実施例の変形例を説明する。24 は結像レンズ、25 は光路差プリズムで図中 28 の方向に移動可能である。図 4 (a) に示すような場合には、結像レンズ 24 を透過した光像は光路差プリズム 25 によって光路分割され、イメージセンサ 27 の受光面上に予定焦点面前方の光像と予定焦点面後方の光像を投影し、また光路差プリズム 25 を図中 28 の方向に移動し、図 4 (b) のような光路に切換えると、結像レンズ 24 を透過した光像は、光路差プリズム 25 をそのまま透過し、イメージセンサ 27 の受光面上に予定焦点面の光像が投影される。

【0023】以上により、光路差プリズム 25 を図中 28 の方向に移動させることによって、予定焦点面前後の 2 画像をイメージセンサ 27 上に投影する光学系と、予定焦点面の画像をイメージセンサ 27 上に投影する光学系とを切換えることができる。

【0024】以下に、図 3 を参照して本発明の第 3 実施例を説明する。

【0025】一般に、顕微鏡で標本を観察する際、低倍率から高倍率まで数種の対物レンズを切換えて観察することから、同様の標本を観察していても対物レンズと標本との距離に対する合焦度評価レベルの変化も対物レンズの倍率等または検鏡法により様々である。第 3 実施例では第 2 実施例と構成を同様にして、顕微鏡に通常観察する標本をセットし、各対物レンズの倍率等または検鏡法について、Z 駆動部 35 によりステージ 21 を合焦位

置を中心にして所定間隔で移動させ、各位置におけるイメージセンサ 27 により光電変換された画像信号をアナログ処理回路 30、A/D コンバータ 31、画像メモリ 32 を介して CPU 34 に取り込み、合焦度評価レベルを演算することによりステージ 21 の位置と合焦度評価レベルとの関係をそれぞれの対物レンズの倍率等または検鏡法について算出した初期設定データを記憶する。

【0026】合焦点検出動作は第 2 実施例と同様に行ない、対物レンズ 22 が低倍率であれば光路差プリズム 25 を、高倍率であれば予定焦点面投影光学系 26 を光路中に挿入する。対物レンズ 22 が低倍率で光像が充分明るい場合には、光路差プリズム 25 が光路中にあるため、イメージセンサ 27 の受光面上に予定焦点面前後の光像がそれぞれ投影され、イメージセンサ 27 により光電変換された画像信号はアナログ処理回路 30、A/D コンバータ 31 を介して画像メモリ 32 に記憶される。CPU 34 は画像メモリから画像信号を読み出し、予定焦点面前後の画像状態を比較するとともに、記憶された合焦度評価レベルとステージ 21 の位置関係を参照し、合焦点からのずれ方向、ずれ量を算出し、Z 駆動部 35 によりステージ 21 を所定量移動させることにより合焦を得ることができる。

【0027】また、対物レンズ 22 が高倍率である場合または、低倍率でイメージセンサ 27 の受光面上における照度が低いと CPU 34 により判定された場合には、予定焦点面投影光学系 26 が光路中に挿入され、イメージセンサ 27 の受光面上には予定焦点面の光像が投影されてイメージセンサ 27 により光電変換された画像信号はアナログ処理回路 30、A/D コンバータ 31 を介して画像メモリ 32 に記憶される。CPU 34 は画像メモリ 32 から画像信号を読み出すとともに、記憶された合焦度評価レベルとステージ 21 の位置関係を比較参照し合焦位置を算出してその結果に基いて、Z 駆動部 35 によりステージ 21 を移動させ、合焦度の最も高くなる位置にステージ 21 を移動させることにより合焦を得る。

【0028】特に、対物レンズ 22 が高倍率であるよう

な場合には、予定焦点面のみの画像を入力するために合焦点からのずれ方向、ずれ量が 1 回の入力では精度良く算出できないので、本実施例のように、対物レンズの倍率等または検鏡法と、それらの組み合わせとの光学的条件に応じてステージ位置と合焦度評価レベルの関係を記憶しておくことにより、画像入力結果と記憶された初期設定データとから合焦点検出演算することにより高倍においても合焦点検出の高速化、高精度化が可能となる。

【0029】

【発明の効果】以上、本発明によれば、(1) 対物レンズの倍率に対応して合焦点検出方法を変更することによって低倍から高倍まで様々な倍率に対応した自動焦点検出が実現可能となるとともに、(2) 対物レンズの倍率等光学的な条件、画像の明暗等の条件に応じてイメージセンサへの光像投影光学系を切換えることによって簡単な構成で低倍から高倍まで様々な倍率に対応した自動焦点検出が可能となる。特に高倍時においては、光路分割方式では、光路差を大きくとらなければ合焦点検出が困難であるが、本発明によれば高倍時または低照度時には光路分割はせず、光路分割による光量低減をなくすることができ特に有利である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例を示す自動焦点検出装置の構成図。

【図 2】図 2 (a) 及び図 2 (b) は本発明の第 2 実施例の基本的概念を説明するための光学配置図。

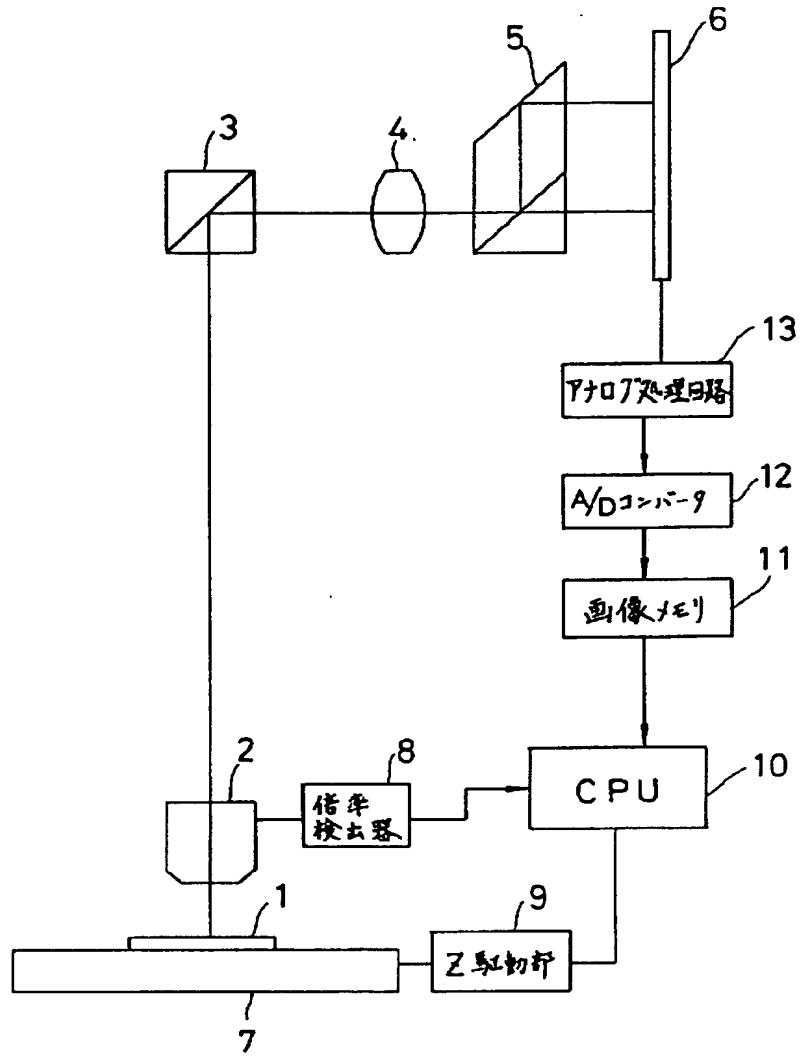
【図 3】本発明の第 2、3 の実施例を示す自動焦点検出装置の構成図。

【図 4】図 4 (a) 及び図 4 (b) は本発明の第 2 の実施例の変形例を説明するための光学配置図。

【符号の説明】

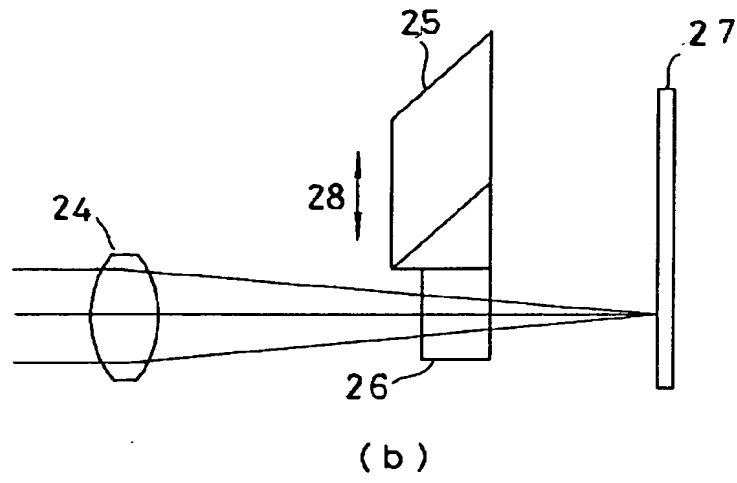
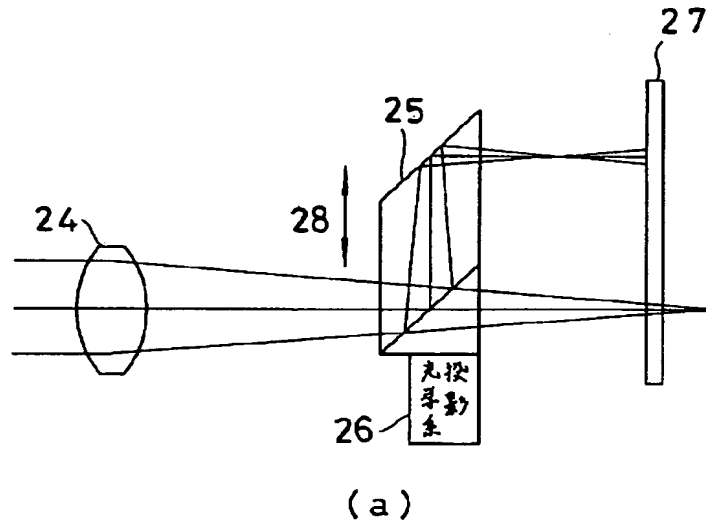
1…観察標本(試料)、2…対物レンズ、3…プリズム、4…結像レンズ、5…光路差プリズム、6…イメージセンサ、7…ステージ、8…倍率検出器、9…Z 駆動部、10…CPU、11…画像メモリ、12…A/D コンバータ、13…アナログ処理回路。

【図1】

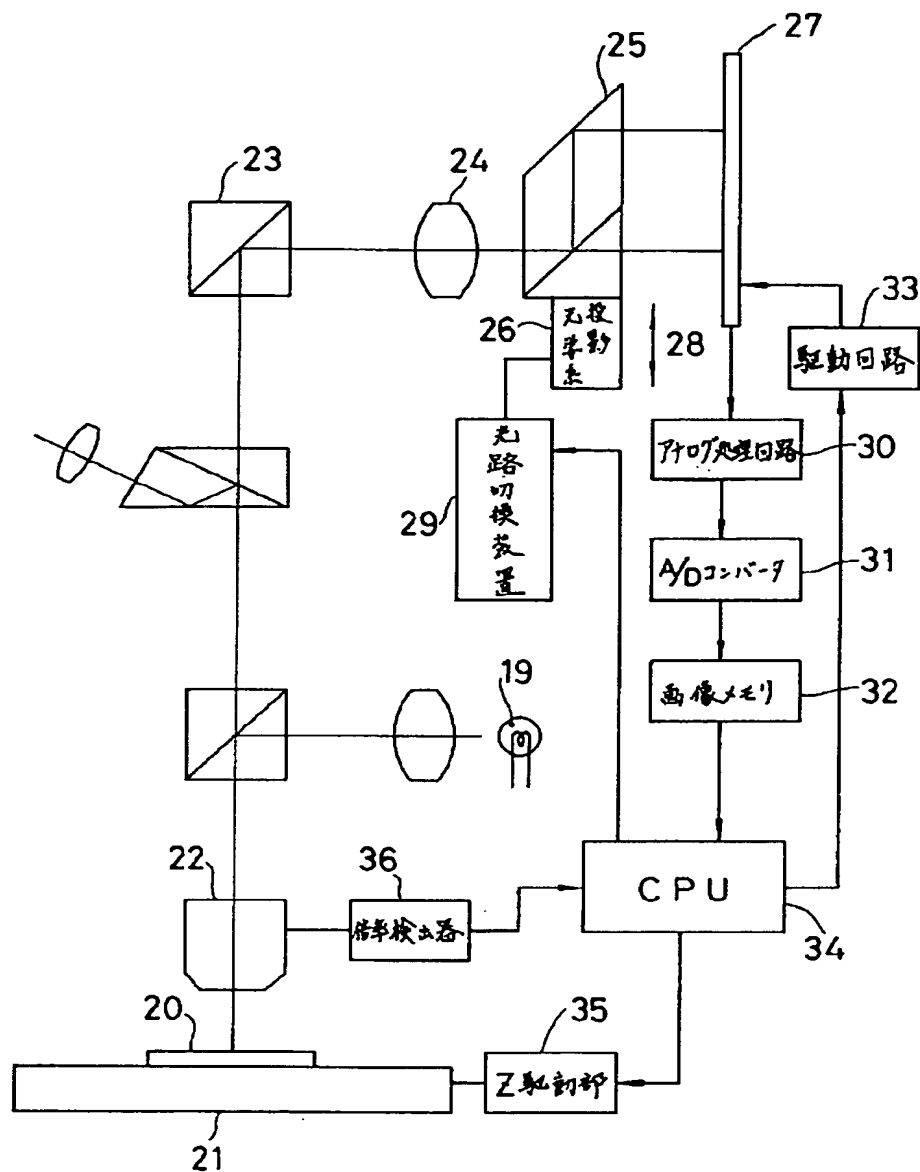




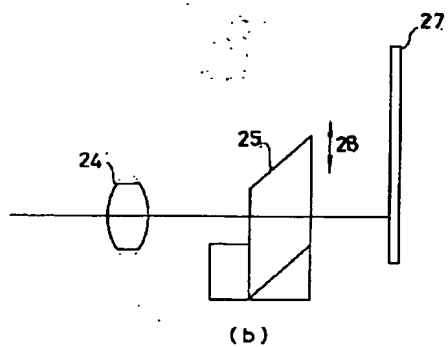
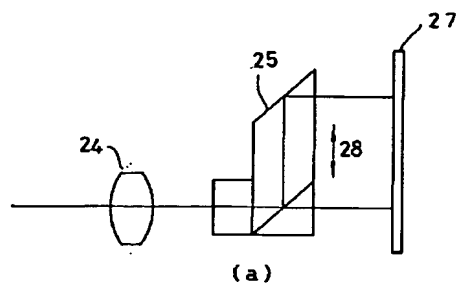
【図2】



【図3】



【図 4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 高浜 康輝  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内